

基于大数据的建筑工程造价精准预测与成本管控路径研究

文 / 马瑜琴 循化县住房和城乡建设局

摘要：随着大数据技术的迅猛发展，其在建筑工程造价预测与成本管控中的应用日益广泛。本文首先分析了传统造价预测方法的局限性，探讨了基于机器学习和深度学习的造价预测模型，并进行了模型性能评估与比较。接着，本文提出了基于大数据的建筑工程造价全生命周期成本管控框架，涵盖设计阶段、施工阶段及运营维护阶段的成本优化与控制策略。研究表明，大数据技术能够显著提升造价预测的精准度，并为成本管控提供科学有效的路径。

关键词：大数据；建筑工程；造价预测

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.08.074

引言

建筑工程造价预测与成本管控是项目成功的关键因素。传统造价预测方法多依赖于经验和历史数据，存在精度不足和适应性差等问题。随着大数据技术的兴起，利用海量数据进行精准预测成为可能。本文旨在探讨如何利用大数据技术提升建筑工程造价预测的精准度，并提出相应的成本管控路径。通过对比传统方法与基于机器学习和深度学习的新兴方法，本文揭示了大数据技术在造价预测中的优势，并构建了一个涵盖设计、施工及运营维护阶段的成本管控框架，以为建筑工程管理者提供科学决策依据。

一、基于大数据的建筑工程造价精准预测模型

（一）传统造价预测方法的局限性

传统的建筑工程造价预测方法主要基于定额计价法

和指标估算法。定额计价法是依据国家或地方颁布的定额标准，结合工程图纸计算工程量，再套用相应的单价来确定工程造价。然而，这种方法存在诸多局限性。首先，定额标准更新速度相对较慢，难以跟上建筑市场材料价格、人工成本以及施工工艺快速变化的节奏。例如，新型建筑材料不断涌现，其价格和性能与传统材料差异较大，定额却未能及时反映这些变化，导致造价预测与实际情况脱节。指标估算法通常是根据已完类似工程的造价指标，通过调整系数来估算新项目造价。但该方法对类似工程的依赖性过高，若所选类似工程与新项目在工程规模、建设地点、施工条件等方面存在较大差异，仅依靠简单的调整系数很难准确反映新项目的真实造价。传统方法大多依赖经验和人工计算，不仅效率低下，还容易因人为因素产生误差。



图1 传统造价预测方法的局限性

（二）基于机器学习的造价预测模型的优点与作用

基于机器学习的造价预测模型在近年来得到了广泛应用。机器学习通过对大量历史造价数据的学习和分析，挖掘数据中的潜在模式和规律，从而构建预测模型。以监督学习为例，它使用带有标记的历史数据，即已知工程造价结果的数据，让模型学习输入特征（如工程规模、建筑类型、材料用量等）与输出造价之间的关系。常用的算法包括决策树、支持向量机、随机森林等。决策树

算法通过对数据进行一系列的条件判断，将数据逐步划分成不同的类别，以此来预测工程造价。它的优点是模型简单直观，易于理解和解释，能够清晰地展示各个特征对造价的影响路径。支持向量机则致力于寻找一个最优的超平面，将不同类别的数据点尽可能分开，对于非线性问题也能通过核函数进行有效处理，在小样本数据情况下往往能取得较好的预测效果。随机森林则是集成了多个决策树，通过对这些决策树的预测结果进行综合

(如多数投票或平均等方式),提高预测的稳定性和准确性,对数据中的噪声和异常值具有较好的鲁棒性。基于机器学习的造价预测模型能够自动学习数据中的复杂模式,无需事先明确设定数学公式,相比传统方法能更灵活地适应各种工程情况。

(三) 深度学习模型在造价预测中的应用

深度学习作为机器学习的一个分支,在建筑工程造价预测领域展现出独特的优势。深度学习模型通常具有多个隐藏层,能够自动从大量数据中提取深层次的特征表示,从而更准确地捕捉工程造价影响因素之间的复杂非线性关系。在造价预测中,常用的深度学习模型有多层感知机(MLP)、循环神经网络(RNN)及其变体长短期记忆网络(LSTM)和门控循环单元(GRU),以及卷积神经网络(CNN)等。多层感知机是一种前馈神经网络,通过将输入数据经过多个隐藏层的非线性变换,最终输出预测的工程造价。它能够处理复杂的非线性映射关系,但对于时间序列数据或具有序列特征的数据处理能力有限。循环神经网络特别适用于处理具有时间序列特性的数据,如工程建设过程中的成本变化情况。RNN能够通过隐藏层的反馈连接记住之前时间步的信息,从而对序列数据进行有效的建模。然而,传统RNN存在梯度消失或梯度爆炸问题,限制了其对长时序的处理能力。长短期记忆网络和门控循环单元则是为解决这一问题而提出的改进模型。LSTM通过引入输入门、遗忘门和输出门,能够有效地控制信息的流入、流出和记忆,更好地处理长期依赖问题。GRU则在保持LSTM优点的同时,简化了模型结构,提高了计算效率。卷积神经网络最初主要应用于图像识别领域,其通过卷积层、池化层等操作自动提取数据的局部特征。

(四) 模型性能评估与比较

在建筑工程造价预测领域,对不同的预测模型进行性能评估与比较至关重要,这有助于选择最合适的模型,提高造价预测的准确性和可靠性。评估模型性能的指标有多种,常见的包括均方误差(MSE)、均方根误差(RMSE)、平均绝对误差(MAE)和决定系数(R^2)等。均方误差衡量的是预测值与真实值之间误差平方的平均值,它对误差的大小较为敏感,较大的误差会在平方运算后对结果产生更显著的影响。均方根误差是均方误差的平方根,其优点是预测值和真实值具有相同的量纲,便于直观理解误差的实际大小。平均绝对误差计算的是预测值与真实值误差绝对值的平均值,它能更直观地反映预测值偏离真实值的平均程度,避免了误差正负相抵的情况。决定系数用于评估模型对数据的拟合优度,取值范围在0到1之间,越接近1表示模型对数据的拟合效果越好,即预测值与真实值之间的相关性越强。在比较传统造价预测方法与基于机器学习和深度学习的模型时,传统方法由于其自身的局限性,在面对复杂多变的工程情况时,

往往在各项评估指标上表现较差。例如,定额计价法和指标估算法受定额标准更新不及时、类似工程选取困难等因素影响,导致预测值与实际造价之间的误差较大,MSE、RMSE和MAE值相对较高, R^2 值较低。基于机器学习的模型,如决策树、支持向量机和随机森林等,在处理复杂数据关系方面具有一定优势,相较于传统方法,能在一定程度上提高预测精度,使各项评估指标得到改善。但机器学习模型对数据质量要求较高,在数据存在噪声或特征选择不恰当的情况下,其性能可能会受到影响。深度学习模型凭借其强大的特征提取和非线性建模能力,在大规模数据的支持下,通常能取得较好的预测效果,各项评估指标相对更优。

二、基于大数据的建筑工程造价成本管控路径

(一) 全生命周期成本管控框架

基于大数据的建筑工程造价全生命周期成本管控框架,旨在从项目的规划、设计、施工、运营维护直至拆除的整个过程中,对成本进行系统、全面且精准的管理。该框架以大数据技术为支撑,整合各个阶段产生的海量数据,包括但不限于项目前期的市场调研数据、设计图纸信息、施工过程中的材料用量与价格数据、运营阶段的能源消耗数据等。在项目规划阶段,通过收集类似项目的历史数据,运用大数据分析技术,对项目的可行性进行评估,预测项目全生命周期内的成本范围,为项目决策提供科学依据。例如,分析不同地区、不同类型建筑在规划阶段的成本构成及影响因素,结合当前项目的具体需求和特点,合理估算初始投资及后续成本。设计阶段,借助大数据平台存储的各类设计案例及成本数据,对不同设计方案进行成本模拟与分析。通过对比分析,设计师能够直观了解不同设计选择对成本的影响,从而优化设计方案,在满足建筑功能和质量要求的前提下,实现成本的有效控制。施工阶段,实时采集施工过程中的各种数据,如材料采购价格、人工工时、设备使用情况等。利用大数据分析技术,对成本进行动态监控,及时发现成本偏差并预警,以便采取针对性的措施进行调整。同时,通过对历史施工数据的分析,优化施工流程,提高施工效率,降低施工成本。运营维护阶段,收集建筑设备运行数据、维护维修记录、能源消耗数据等,通过大数据分析预测设备故障,提前安排维护计划,避免因设备突发故障导致的高额维修成本和生产中断损失。

(二) 设计阶段成本优化策略

设计阶段是建筑工程造价控制的关键环节,对项目成本有着决定性的影响。基于大数据的设计阶段成本优化策略,充分利用海量的设计数据和成本信息,实现设计方案的优化与成本的有效控制。首先,利用大数据建立设计案例库和成本数据库。收集各类建筑项目的设计图纸、技术参数、成本构成等详细信息,通过数据分析挖掘不同设计要素与成本之间的关联关系。例如,分析

不同建筑结构形式（框架结构、剪力墙结构等）、建筑材料选用（普通混凝土、高性能混凝土等）以及空间布局对成本的影响规律。设计师在进行项目设计时，可以参考案例库中的类似项目，结合当前项目的特点和要求，快速制定初步设计方案，并利用成本数据库对方案进行成本估算。其次，引入参数化设计与成本模拟分析工具。借助大数据技术，将设计参数与成本模型相关联，实现设计方案的实时成本模拟。设计师在调整设计参数（如建筑面积、层数、窗墙比等）时，系统能够快速计算出相应的成本变化，直观展示不同设计方案的成本差异。通过这种方式，设计师可以在设计过程中不断优化设计参数，寻求成本与功能的最佳平衡点。例如，在满足建筑采光和通风要求的前提下，合理调整窗墙比，既能保证建筑的舒适性，又能降低建筑能耗和建造成本。再者，加强各专业设计之间的协同与沟通。利用大数据平台实现建筑、结构、给排水、电气等各专业设计数据的共享与交互。通过协同设计，各专业设计师能够及时了解其他专业的设计变化对成本的影响，避免因设计冲突或不合理导致的设计变更和成本增加。

（三）施工阶段成本控制方法

施工阶段是建筑工程造价形成的重要阶段，此阶段成本控制对于确保项目经济效益至关重要。基于大数据的施工阶段成本控制方法，借助大数据技术实现对施工成本的精准监控与有效管理。在施工成本预算编制方面，利用大数据分析过往类似项目的成本数据，结合当前项目的施工图纸、施工组织设计以及市场价格信息，制定详细准确的成本预算。通过对海量数据的分析，能够精准把握各项成本要素的合理范围，如人工成本、材料成本、机械使用费等，避免预算编制的盲目性和主观性。例如，分析不同季节、不同地区的材料价格波动规律，以及不同施工工艺对人工和机械效率的影响，从而制定出更符合实际情况的成本预算。施工过程中的成本实时监控是关键环节。通过在施工现场部署各类传感器、智能设备等，实时采集施工过程中的各种数据，如材料的实际用量、设备的运行时间、人工的工作时长等。这些数据实时上传至大数据平台，与成本预算进行对比分析，一旦发现成本偏差，立即发出预警信号。例如，当某种材料的实际用量超出预算一定比例时，系统自动提醒管理人员进行调查，分析原因，是由于施工工艺变更、材料浪费还是预算编制不合理等原因导致，以便及时采取措施进行纠正。同时，利用大数据技术对施工进度和成本的关系进行深入分析。通过对历史项目数据的挖掘，建立进度与成本的关联模型，预测不同施工进度安排下的成本变化情况。根据项目实际进度，及时调整成本控制策略，确保项目在保证进度的同时，不出现成本失控的情况。

（四）运营维护阶段成本管理措施

运营维护阶段在建筑项目全生命周期中占据较长时

间，其成本管理对项目整体经济效益有着深远影响。基于大数据的运营维护阶段成本管理措施，通过对大量运营数据的收集、分析与应用，实现成本的精细化管理与有效降低。首先，建立设备运行状态监测与故障预警系统。在建筑设备上安装各类传感器，实时采集设备的运行参数，如温度、压力、振动等数据，并将这些数据传输至大数据平台。通过对设备历史运行数据和故障数据的分析，构建故障预测模型。当设备运行参数出现异常变化，接近故障阈值时，系统提前发出预警，通知维护人员及时进行检查和维护。这样可以避免设备突发故障导致的高额维修成本以及因设备停机造成的生产损失。例如，对于大型中央空调系统，通过实时监测压缩机、冷凝器等关键部件的运行数据，预测可能出现的故障，提前安排维护，延长设备使用寿命，降低维修成本。其次，基于大数据分析优化能源管理。收集建筑内各区域的能源消耗数据，包括电力、燃气、水等，利用大数据技术分析能源消耗模式和影响因素。例如，分析不同季节、不同时间段、不同使用功能区域的能源消耗规律，找出能源浪费的环节和原因。通过制定针对性的节能措施，如优化空调运行时间、调整照明控制策略、推广节能设备等，降低能源消耗成本。同时，利用大数据评估节能措施的实施效果，不断调整优化节能方案，实现能源的高效利用。再者，利用大数据进行维护成本分析与决策。收集整理历年的维护维修记录，包括维修项目、维修时间、维修费用等数据，分析不同设备、不同部件的维护频率和成本分布情况。根据分析结果，合理制定维护计划，对于维护成本高且频繁出现故障的设备或部件，考虑进行设备升级或更换。

结语

本文系统地探讨了基于大数据的建筑工程造价精准预测与成本管控路径。研究表明，大数据技术不仅能够显著提升造价预测的精准度，还能为全生命周期的成本管控提供科学有效的策略。通过构建涵盖设计、施工及运营维护阶段的成本管控框架，本文为建筑工程管理者提供了新的思路和方法。未来，随着大数据技术的不断发展和应用，建筑工程造价预测与成本管控将更加精准和高效，为建筑行业的可持续发展奠定坚实基础。

参考文献

- [1] 张小艳. 大数据背景下建筑工程造价预结算审核管理策略研究[J]. 中国建筑金属结构, 2024, 23(12): 186-188.
- [2] 贾爱卿, 李洪海. 大数据时代建筑工程造价信息管理创新研究[J]. 新城建科技, 2024, 33(12): 168-170.
- [3] 张峰. 大数据技术下的建筑工程造价结算审核研究[J]. 房地产世界, 2024, (21): 74-76.
- [4] 冯群. 大数据环境下建筑工程造价管理路径[J]. 房地产世界, 2024, (13): 119-121.
- [5] 陈辉阳. 大数据应用下建筑工程造价预结算审核路径[J]. 中国建筑金属结构, 2023, 22(07): 153-155.